

# IEICE | 電子情報通信学会 2001年通 信ソサイエティ大会 講演論文集 2

DP-959 US

ENGLISH SESS

Z74-C780  
2001年(分冊2)



\*1200100495428\*



- SB-9. Network System  
SB-10. Traffic Measurement and Performance Evaluation of IP-Based Networks  
SB-11. Broadband Access Technologies  
(Poster Sessions)  
SB-12. Optical Fiber Technologies for Broadband Access Network System

## 一般講演

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| B-6. ネットワークシステム   | B-11. コミュニケーションクオリティ    |
| B-7. 情報ネットワーク     | B-12. 光スイッチング           |
| B-8. 通信方式         | B-13. 光ファイバ応用技術         |
| B-9. 電子通信エネルギー技術  | B-14. テレコミュニケーションマネジメント |
| B-10. 光通信システムA, B | B-16. インターネットアーキテクチャ    |

## シンポジウム

- SB-4. コンテンツ配信サービスとネットワークアーキテクチャ  
SB-5. インターネットの新しいサービスとそれを支える基盤技術  
SB-6. スwitchング電源の低損失化・低電圧化対応技術  
SB-7. QoSマッピング  
SB-13. フォトニックネットワークにおける制御技術

## ソサイエティ企画

- パネル討論 PB-4. Embedded Network and Computing Systems

2001年9月18日～21日 電気通信大学(調布市)  
September 18~21, 2001, The University of Electro-Communications, Choufu

COMMUNICATIONS SOCIETY  
THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

社団法人 電子情報通信学会  
通信ソサイエティ

(大会終了までは複写を禁止します。大会終了後は目次の最終ページに掲載の方法により複写できます。)

B-10-66

## 広帯域ラマン増幅器の設計法

Design of a Broadband Raman Amplifier

小谷川 喬

松田 俊哉

村上 誠

Takashi Kotanigawa

Toshiya Matsuda

Makoto Murakami

日本電信電話株式会社 NTT ネットワークサービスシステム研究所

NTT Network Service System Laboratories, NTT Corporation

## 1. はじめに

大容量波長多重伝送システムを構築するために光増幅器の広帯域化は必要不可欠である。また大洋横断などを想定した長距離システム用光増幅器には非常に厳密な利得平坦性が要求される。複数の励起光を用いたラマン増幅器により、EDFA を越える広帯域な利得帯域が得られることが実験的に検証されているが[1]、現在広帯域ラマン増幅器の設計法に関する詳細な議論はない。

本報告では異なる波長を持つ複数の励起光を用いたラマン増幅において、所望の利得平坦度における利得帯域幅を得るための広帯域ラマン増幅器を設計する方法を示す。また本設計法の有効性を実験により検証する。

## 2. 広帯域ラマン増幅器の設計法

本稿で検討したラマン増幅器モデルを図 1 に示す。PDF20km と NDF20km を接続し、NDF の後部に励起光を配置した後方励起ラマン増幅器である。

本設計法は大きく 2 つの段階から成り、第一段階では、複数の励起光からの利得を足し合わせ、得られる利得帯域幅が所望の値となる励起光の最適な波長配置と各励起光の利得ピーク位置での利得比を決定するものである。第二段階では、各励起光間の相互作用を考慮し、第一段階で得られた波長配置及び利得比を満たす各励起光パワーを決定するものである。その手順として第一段階では、(1)ラマン利得分布を実験的に得、その分布から近似式を決定する。(2)用いた複数の励起光による利得帯域幅が所望の値となるように、各励起光の波長配置及び各励起光の利得ピーク位置での利得比  $A/B$  を決定する(図 2(a)参照)。第二段階では、(3)第一段階で決定した励起光波長に対して、各励起光による利得ピーク位置でのラマン増幅および励起光間でのラマン増幅を記述する式[2]を数值的に解き、利得ピーク位置での利得比  $A'/B'$  が第一段階における利得比  $A/B$  と等しくなるように、各励起光のパワー  $a, b$  を決定する(図 2(b)参照)。

## 3. 設計結果および検証実験結果

図 3 に、手順 (1) においてラマン利得を実験的に測定した結果を丸印で示す。実線は 5 つのガウス波形の和で構成された近似曲線であり、測定結果をよく近似できた。2 つの励起光を用いて利得帯域幅 40nm 以上、許容利得幅 1dB 程度のラマン増幅器の設計を行った。手順(2)の結果、波長間隔 37nm、利得比  $(A/B)0.91$  を得た。手順(2)で得られた利得比  $A/B=0.91$  としたときの利得特性を図 4 の実線で示す。手順 (2), (3) の結果、得られた励起光パラメータ(各励起光波長: 1458nm, 1495nm, 各励起光パワー:  $a=113mW$ ,  $b=146mW$ )をもとに実験的に得たラマン利得を図 4 の丸印で示す。設計による利得特性に対して実験により得られた利得特性は 0.5dB 以内の誤差で一致していることが確認できた。この誤差は設計時におけるファイバや励起光の特性パラメータの誤差に起因し、このパラメータをさらに精度良く求めることで改善できると考えられる。実験結果から、許容利得幅 1.2dB とした場合の利得帯域幅は、実験値において 47nm を得、設計値 45nm とほぼ一致し、本設計法の有効性を確認できた。

## 4. まとめ

利得特性を近似することにより励起光の波長配置、パワーを決定する広帯域ラマン増幅器の設計法を示した。設計に基づいて行った実験により、2 つの励起光を用いて、設計と実験による利得特性の一致を確認し、本設計法の有効性を確認した。3 波以上の励起光を用いたラマン増幅器に対しても同様の手順で設計できると考えられる。

## 参考文献

- [1] T. Matsuda, M. Murakami and T. Imai, Electron. Lett., 37, pp. 237-239 (2001).
- [2] G. P. Agrawal, "Nonlinear Fiber Optics" (1997).

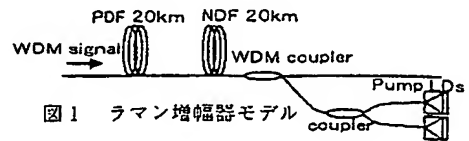


図1 ラマン増幅器モデル

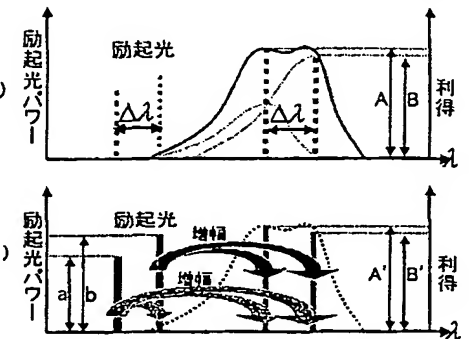
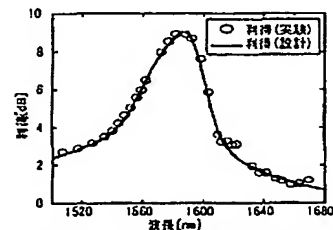
図2 励起光パワー決定法の概念図  
(1)第一段階(2)第二段階

図3 ラマン利得特性の近似

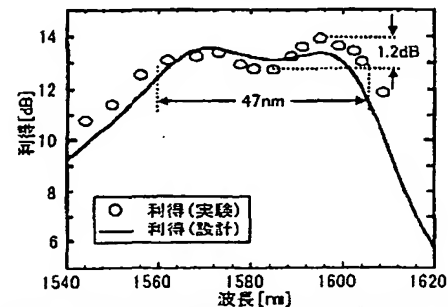


図4 設計及び実験結果における利得特性の比較

# 高精度ネットワークシミュレーション

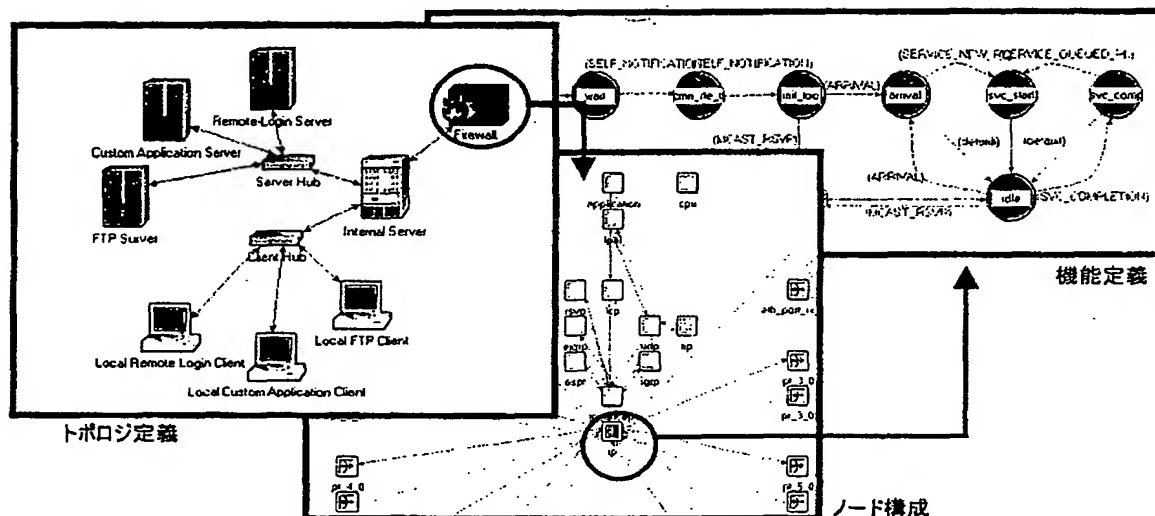
Modelerは有線から無線まで通信ネットワーク/デバイス/プロトコルをモデル化しシミュレートします。最新バージョンも機能満載です。

## 適用事例

- ・ MPLS, IGRP, OSPF, RIP等といったルーティングプロトコル関連のネットワーク評価
- ・ 優先キュー, WRR, WFQなどのQoSを利用した評価
- ・ IP評価(Voice Over IP, IPマルチキャスト, IPV6, モバイルIP 等)
- ・ 移動体-基地局-基幹網等、大規模複合ネットワークの性能評価
- ・ IEEE802.11, JMT-2000, BlueTooth等、無線システムのプロトコルモデル開発及び評価
- ・ 大規模社内ネットワークやインターネット等のネットワーク品質評価

## 特長

- ・ アプリケーショントラヒックの特性評価・診断可能(ACEモジュール)
- ・ 他社ネットワーク管理ツール・トラヒック収集ツールからの取り込み可能(MVIモジュール)
- New・ 特定ルータ/回線故障時の迂回経路検証と影響評価可能(Flow Analysis)
- New・ ルータのコンフィグレーションミスを発見し修正可能(Net Doctor) 他



**Modeler**  
THE NETWORK SIMULATION POWER TOOL

OPNETは、マサチューセッツ工科大学 (MIT)で開発され、1987年に米国にて初の商用ネットワークシミュレータとして登場以来、IEEE等の標準化委員会メンバー間の共通プラットフォームとして採用されるなど業界標準ツールとなっております。

**情報工房**  
Johokobo, Inc.

株式会社 情報工房

〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町3-27-6 日本橋浜町平田ビル 2F  
TEL: 03-5623-7411 FAX: 03-5623-7414 <http://www.johokobo.co.jp/>

本製品のお問い合わせは <mailto:opsales@johokobo.co.jp>

本文中に記載されている製品名は各社の登録商標または商標です。

2001年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会講演論文集2

定価 9,600円 (本体9,143円・税457円)

Copyright © 2001 By The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers